

还能发现新元素吗

1999年,俄罗斯设在莫斯科市郊杜布纳的核联合研究所的科学家在核反应实验室里制成了第 114 号元素,相对原子质量为 289,其存在时间达到 30 秒。同年,美国劳伦斯伯克利国家实验室的科学家在回旋粒子加速器中轰击氢离子时,发现了周期表上空缺的第 118 号和由其衰变产生的第 116 号元素。2000 年 7 月 19 日,杜布纳的核联合研究所再次在加速器上获得了第 166 号元素,它存在了 0.05 秒。不过,对该元素的确认和命名,还需一段时间。

那么,元素起源于何处?宇宙究竟有多少种元素?还能发现新元素吗?

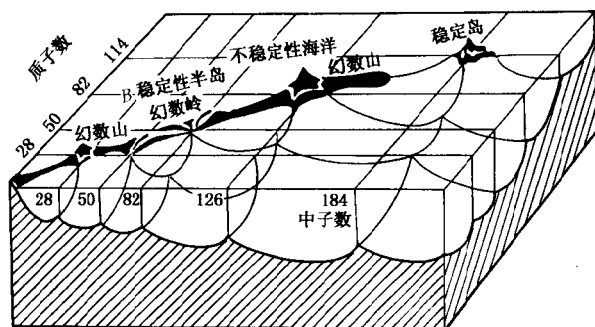
宇宙学理论告诉我们:原始宇宙完全是一个由中子组成的极其炽热和十分稠密的大火球。后来宇宙开始膨胀并变冷,中子衰变为质子和电子。当原始宇宙的温度下降到 $10^9 \sim 10^{10}$ 摄氏度时,质子与中子结合成氘,氘俘获中子并经过衰变生成质子数为 2、中子数为 3 的氦 ^3He , ^3He 还可以俘获中子生成质子数为 2、中子数为 4 的 ^4He ……,然后弥散开来形成星际物质。在太阳系中,通过一系列的核聚变和核裂变生成了各种元素。1871 年门捷列夫发表的周期表中,92 号元素被排在最后,并在它的格位前后,留下一些空格,留待新发现的元素来填补。人类经过长期的实践和努力,到 1996 年已经发现了 112 种元素,其中数十

种不稳定的元素是通过人工核反应发现的。在人工核反应中，当用更重的和电荷更高的核去轰击重原子核来合成原子序数更大的新元素时，由于受靶核的静电排斥作用越来越大，击中的几率将越来越小。同时，核反应中所产生的新核的稳定性随着原子序数的增大而越来越差。有人估计，原子序数每增加 1，核的半衰期要缩短 10 倍。如此类推，110 号元素以后，半衰期将短于 10^{-5} 秒，似乎到了实验工作的极限。那么，110 号元素以后还有没有稳定的核素？人类还能合成出新元素吗？

回答是肯定的。有关原子核结构理论的壳型模型认为，原子核是由在核力场运动着的粒子组合体构成的，核内核子的排布与核外电子的排布相类似，核子在核内一定的壳层上运动，质子和中子填满各自壳层的核最稳定。相当于满壳层的质子数或中子数称作“幻数”。在周期系里铀以前元素的核中，质子或中子的幻数是 2、8、20、28、50 和 82。这就是说，包括上述幻数的质子或中子的核具有特殊的稳定性。如锡元素的一种核素 ^{116}Sn 的质子数为 50，50 是一个幻数，其原子核为稳定的核。科学家还发现中子数 126 也是一个重要的幻数。天然放射系中铅的同位素 ^{208}Pb 有 82 个质子和 126 个中子，是属于双幻数，所以特别稳定。

下列图形可以形象地描绘出这一理论预言。

图中以中子数和质子数为坐标轴，格线代表质子数和中子数的幻数，黑色区域表示稳定的同位素，白色区域表示“海洋”——不稳定的同位素。在原子序数为 1~93 号的元素中，中子数和质子数为幻数者都比较稳定，图中以“山脉”或“山峰”表示。在 105、106 号元素附近开始进入不稳定“海洋”，中子数增加，核也会产生自发裂变，因此不会存在稳定同位素。半岛上山峰的高度代表核素的半衰期，因此在双幻数的核素附近将出现



高峰。例如，在 ^{57}Ni 核素(质子数为 29,中子数为 28)附近有一座幻数山，在 ^{100}Sn (质子数为 50,中子数为 50)附近各有一道幻数岭。在质子数为 82,中子数为 126 处的双幻数处有一较高的幻数山，这就是 ^{206}Pb 同位素的位置。如果把质子数为 114 和中子数为 184 附近的一些区域估计为稳定的核，则越过不稳定“海洋”，在“海洋”东北的顶端将出现一个稳定岛，这就是目前研究超重核的目标。怎样从狭长的“半岛”前沿出发，越过波涛汹涌的“海洋”，登上以核素 $^{298}114$ 为中心的“稳定岛”呢？科学家认为登上“稳定岛”有几种途径：

第一条途径是利用原子核反应堆。用铀或超铀元素做靶，采取连续俘获中子法，合成超重元素，在反应堆的裂变产物中寻找超重元素。这叫做乘船越过“海峡”登上“稳定岛”。

第二条途径是利用重离子加速器。使用更重的入射粒子轰击重元素靶。这叫做乘飞机从“海峡”上空飞过，在“稳定岛”上登陆。

第三条途径是对自然界中的地球矿石、月球岩石和各种陨石进行采样分析，寻找超重元素。这是从海底挖掘隧道进入“稳定岛”。

“海洋”里究竟有没有“稳定岛”？用什么途径登上这些“稳定岛”？“稳定岛”理论是否可靠？有人画了 2 500 多个核素的质子-中子图，认为“幻数岭”和“幻数山”并不显见，因而类推“稳定岛”存在的证据不足。此外，还有人提出了其他的有关学说。不管怎样，有一点是肯定的：人类一定能继续发现新元素。开垦周期系，揭示宇宙的奥秘，是人类经久不衰的使命。

(赵翰华)

点石成金不是梦

成语‘点石成金’的原意是古代方士谎言能用法术将石头化成金子。然而，该成语也是人类千百年来寻求改变物质存在状态，梦想把普通物质转变成珍稀物质愿望的写照。正是这一梦想激励着化学家们呕心沥血地从事物质间的转化和新物质的创造，把梦想一步步地变成现实。

化学家从物质的多样性和人类需求出发，致力于对天然物质的认识、物质存在形态的改变和新物质的创造。数百年来，他们使得人类社会所有的化合物已达到 1 300 万种之多，其中许多已成为人们生活、生产的必需品。由于新的合成方法的不断涌现，人类合成新物质的能力正以惊人的速度增长。20 世纪初年平均合成新化合物为 6.6 万种，到 20 世纪末年平均合成新化合物已达 66 万种。

超高压合成是在很高的压力(1 万大气压以上)和温度下合成新物质的极端合成技术。人类的家园——地球表面上的气体压力为一个大气压左右，在此压力下存在的许多物质随着压力的提高将发生存在方式和反应能力的变化，这就使得超高压合成显得格外重要。迄今为止，人们已用超高压合成技术成功地制备了许多新材料，用石墨制造金刚石就是一个突出的例子。石墨和金刚石都是由碳原子组成，但由于其中的原子排列方式和结合力大小不同，宏观上表现出迥异的性质。石墨是一种质

地松软的黑色物质，我们使用的铅笔芯就是由石墨制成的。金刚石又称钻石，晶莹透明，是非常稀少的高档宝石，名列宝石之首，是自然界中最硬的物质，在许多领域都有重要的应用，其价值远高于黄金。使用超高压合成技术，在压力 5 万 ~ 6 万大气压、温度 1 600 摄氏度左右的条件下，石墨就转变成了金刚石。人工合成金刚石技术现在已经非常成熟，大颗粒人造金刚石产品的直径可达 7 毫米以上，可作为高档装饰宝石。人造金刚石还被制成各种超硬机械加工工具，如车刀、钻头、锯片、砂轮、磨块等，用于精密机械加工、地质勘探、石油钻探等领域。也正是由于可以低成本合成金刚石，才使它得到广泛的应用，极大地推动了社会进步。我国现有数百家金刚石生产厂，每年产品有数万千克。

利用高温高压技术合成超硬材料的另一成功例子是立方氮化硼的合成。它是纯人工合成的新材料，硬度仅次于金刚石，是至今发现的第二硬材料。它可以在很高的温度下使用，并可以加工各种钢材，是现代自动加工系统——无人工厂的关键工具材料。

地球的内部是一个巨大的高温高压环境，在此环境下形成了许多常压下无法形成的高压矿物。模拟高压成矿条件可以实现这些矿物质的人工合成，人造翡翠宝石就是采用这种方法以玻璃为原料合成出来的。

现在高压合成领域的科学家们正致力于新一代高性能材料的合成研究，氮化碳、硼碳氮、金属氢等都是热点方向。现有的理论计算表明，氮化碳和硼碳氮都将是比金刚石还要硬的物质，如能成功，将获得非常重要的应用。金属氢是具有金属性质的氢。氢是重要的物质和洁净的能源，在常温下以气态存在，- 253 摄氏度时为液态，- 259 摄氏度时为固态。如能成功，将

对人类生活带来革命性的变化。

众所周知，物质都是由原子组成的，原子由原子核和核外电子组成，原子核由一些质子和中子组成。从能量角度上看，改变原子中的外层价电子的运动状态，使原子间重新组合成新物质是相对容易实现的。迄今为止，合成化学还是停留在提供适当的能量和环境，以改变外层价电子的结合方式来创造新物质的层次上，而改变内层电子甚至原子核的形态还基本上是可望而不可及的。理论计算表明，随着压力的提高，物质的存在状态将发生一系列的变化。一个大气压到几十万大气压范围内，压力可以有效地影响外层电子状态，从而改变原子间的结合方式，合成出许许多多新形态的物质及新化合物，这是一个目前研究最为活跃的压力区域。在几十万到几百万大气压范围内，电子云明显重叠，物质存在更为丰富的结构相。在几百万到几千万大气压范围内，电子云强烈变形，存在形态非常复杂。在数十万兆大气压下内层电子都逐渐被挤破，所有的物质都是导体，所有电子都成为在原子核场中运动的共有电子。进一步升高压力，原子的有核结构不复存在，物质将以极高的密度（常压下物质密度的几万倍）存在，电子则以近光速（每秒 30 万千米）自由运动。不断改变技术条件，扩展压力上限，实现新物质的创造及拓宽对存在的认识是科学工作者的追求目标。

在浩瀚的宇宙之中，存在着无数的恒星、行星、类星体和黑洞等。这些宇宙天体几乎都是处在极端高的压力和温度状态，对“这些天体是由什么组成的”、“其组成物有什么结构和形态”、“它们有什么新属性”等问题人们还知之甚少。对这些问题的探索有助于人类对物质本源、宇宙的成因、时空的本质等重大科学问题和哲学问题的认识。

科学发展到今天，人类已能通过改变原子的外层电子状态

来合成为数众多的新物质，也可将一些非常普通的物质转变成具有特殊性质的珍稀物质（石墨转变成金刚石就是一个例子），从而在广义上实现了点石成金的美梦。随着科学的进步，合成化学将一步步从影响外层电子走向影响内层电子，直至原子核。终有一天，人类将能有效地改变原子核，实现严格意义上的点石成金。

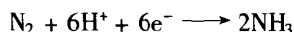
（许春燕）

不用根瘤菌能固氮吗

随着人口的增长与农业的发展，对氮肥的需要量愈来愈大。空气中含氮 78 % (体积)，是取之不尽、用之不竭的氮的天然资源。可惜氮气分子(N_2)中有牢固的氮氮叁键($N\equiv N$)，所以它是相当不活泼的，因此氮气不能直接被植物吸收，必须先将它转变成氨气(NH_3)或铵盐，方能为植物吸收。自 1913 年起，人类一直用氮气和氢气在高温、高压等苛刻的条件下，用铁等作催化剂来合成氨。然而，自然界中却有一些微生物，如自生固氮菌和根瘤菌，当它们生长在像豌豆、大豆及紫花苜蓿等豆科植物的根瘤中时(即与高等植物共生)，能在常温常压下，高效地将空气中的氮转化为氨而固定下来为植物所用。据估计，大气中储存的氮气约 4 000 万吨，而固氮微生物每年为所有生物提供约 2 亿吨生命所必需的固定的氮，这就是所谓的“生物固氮”。

固氮微生物是怎样进行固氮的呢？不用根瘤菌能否固氮？人类能否通过化学仿生途径来模拟“生物固氮”过程？早在一百多年前人类就开始了对生物固氮的探索，开展了“化学模拟生物固氮”的研究，试图彻底革新合成氨工艺，闯出一条在常温常压的温和条件下，把空气中的氮气转变成氨的路，这是一条漫长而艰巨的道路。直到 20 世纪末，虽然在“生物固氮”研究与“化学模拟生物固氮”研究等方面都取得了可喜的进展，但离最终目标的实现，还有相当大的距离。

各种固氮微生物之所以有奇特的固氮本领，最根本的原因是因为它们都含有固氮酶——固氮反应的生物催化剂。另外，除固氮酶之外，生物固氮还需要有还原剂提供电子，还要有氢离子和能量等其他条件：



式中 e^- 表示电子。到 20 世纪末，已从约 20 种微生物中分离出了固氮酶，它具有酶的一般性质，不过和其他酶不同，固氮酶既怕氧 (O_2) 又怕冷，遇氧很快失去活性。一般的酶在室温下不稳定，在低温下较稳定，固氮酶恰恰相反，它在 0~4 摄氏度的低温条件下容易失去活性。固氮酶是生物固氮的核心。一般的固氮酶都是由钼铁蛋白和铁蛋白组成，这两种蛋白单独存在都不呈现固氮酶的活性，只有两者在一起形成复合体后，才具有催化氮生成氨的能力，两者在生物体内的比例尚不清楚，但在体外，活性复合体中两者的分子比例为 1:1 或 1:2。钼铁蛋白的分子量在 220 000~270 000 之间，每个分子含 2 个钼原子、24~32 个铁原子以及几乎相同数量的硫离子。较小的一种蛋白质为铁蛋白，分子量在 55 000~70 000 之间，每个分子含 4 个铁原子、4 个硫离子，它能起传递电子的作用，对氧尤其敏感。为了了解“生物固氮”的机理，人们提出了多种固氮酶的活性中心模型，有施劳齐模型、福州模型、霍格生模型。其中福州模型是我国科学家卢嘉锡等人提出的，又称网兜结构模型。

“化学模拟生物固氮”的目的是合成一种新的固氮剂，它像固氮酶那样在常温常压下合成氨，而在稳定性和寿命上都要超越固氮酶。到 20 世纪末，虽然尚未合成出有实用价值的、新的固氮催化剂，但经过化学家的努力，已为“化学模拟生物固氮”开辟了某些途径。有人认为，固氮酶的活性中心结构可能有钼

(Mo)、铁原子以及半胱氨酸(CYS),而且固氮酶催化氮等分子的还原反应是在水溶液中进行的。美国的施劳齐(Shrauzer)等人用一个含双核钼的配合物(组成为 $\text{Na}_2[\text{Mo}_2\text{O}_4(\text{CYS})_2]$)作催化剂,硼氢化钠(NaBH_4)作还原剂,在常温、常压下,于水溶液中进行了一系列固氮酶的模拟实验。他们发现钼-半胱氨酸体系几乎再现了固氮酶的全部催化功能,再现了固氮酶中 Fe_4S_4 原子簇的电子传递功能,可惜 $\text{Mo}-\text{CYS}$ 催化活性太低,氮产量仅为0.007 摩/钼原子。过渡金属的双氮配合物在常温、常压下也可产生氮,1965 年以来合成了不少新的过渡金属双氮配合物,其中组成为顺- $[\text{M}(\text{N}_2)_2(\text{PMe}_2\text{Ph})_4]$ 的双氮配合物,在 20 摄氏度无氧的条件下,用硫酸在甲酸溶液中处理后可产生氮,当 $\text{M}=\text{W}$ (钨)时,氮的产率接近 90%,产量为 1.86 摩/钨原子。过渡金属的双氮配合物的研究虽然取得了某些可喜的突破,但仍存在一系列问题,包括中心金属离子的再生等,目前这些双氮配合物尚无实用价值。

“化学模拟生物固氮”还有光化学还原氮分子等其他方面的尝试,以及利用量子化学对已有的固氮酶活性中心结构模型进行理论研究,对固氮活性中心模拟物与反应物之间配位活化方式进行量子化学模拟,并设计固氮酶活性中心的理论模型,对特定的固氮酶的组成进行理论预测。利用这些研究将加深我们对“生物固氮”过程的认识,加速“化学模拟生物固氮”过程的进展。

(叶静娴)

稀土在您身边

1794年的一天,芬兰的噶多林(Gadolin)教授,从瑞典斯德哥尔摩附近的矿石中分离出一种新土,它具有碱金属特性,由于其含量少,便将其命名为稀土。这种新土便是日后占据元素周期表中原子序数从 57 ~ 71 的 15 种镧系元素的混合物。这 15 个镧系元素由于其化学性质十分相似,彼此像亲兄弟似的很难分离得开,所以使它们经历了漫长的 160 年才被全部发现。它们相当于一个元素而处于元素周期表的一个格子里。镧系元素与在周期表中相邻的电子结构和化学性质相近的钪(Sc)和钇(Y)一起统称为稀土元素。

稀土元素名称的本意是稀少的元素,后来发现的事实说明这种想法错了。如果比较一下各种元素在地壳中的含量,就知道稀土元素并不稀少,如铈在地壳中的含量为 4.6×10^{-5} ,而我们常见的铅仅为 1.6×10^{-5} ,锌也只有 4.0×10^{-5} 。连稀土元素中含量最少的铽也有 2.0×10^{-7} ,与铼的含量相差无几,而比贵重金属元素金和铂的含量要高得多。稀土在地球上分布不均匀,西欧和日本均无分布,国外工业储量约为 700 万吨,我国工业储量约 3 600 万吨,远景储量 1 亿吨,世界上约 80 % 的稀土元素分布在我国,可以说我国是当之无愧的稀土大国。因此,稀土元素的开发应用是我国当前的一项很迫切的课题。

1886 年,奥地利人发明了采用硝酸钪加少量稀土元素制造

汽灯纱罩的技术，并申请了发明专利，拉开了稀土元素应用的序幕。虽然稀土这个名词对于大多数人来说可能是陌生的，但实际上随着科学技术的发展，稀土材料已进入寻常百姓家，我们每个人都会在日常生活中接触到稀土材料，稀土就在您身边。当您清晨起床，打开铝合金窗门，一缕新鲜、清凉的空气涌入屋内，您是否想到在这铝合金中含有千分之几的稀土元素，而使其牢固性和加工性能增强；当您打开煤气灶烹调可口的饭菜时，您可曾想到点燃煤气的打火石就是由稀土金属做成的；我们天天观看电视节目，银屏上斑斓鲜艳的色彩令人赏心悦目，心旷神怡，这是由于在彩色电视机荧光屏上涂有含稀土元素钇和铕的荧光粉；当您挎着照相机，记录美好的瞬间，您可知道高级照相机镜头中含有镧，而且制作高质量镜片所用的抛光粉是氧化铈；您手上带的石英表、随身携带的微小型录放机，里面都装有钕和钐的永磁体器件；当您坐车行驶在夜晚的高速公路上，在车灯的照映下看见明亮的路标和路线标志时，您可知道这种高效反光材料中含有镧？当您回到家中，打开紧凑型节能灯，那柔和明亮的白色灯光原来是由红色、绿色和蓝色三种基本颜色的混合稀土荧光粉发出的。

稀土元素参与制成的荧光材料、永磁材料、特种玻璃、精密陶瓷、磁制冷材料、磁致伸缩材料和超导材料等，将会在国民经济中得到越来越多的应用。例如，高架的高压输电线路从遥远的发电厂把电力源源不断地输送给工厂、城市等用电户，一部分电在输送过程中由于线路的电阻而被损耗掉了。如果输电的电缆电阻为零，那么不论多么长的输电线路都不会发生电力损耗。这个梦想随着稀土高温超导材料的发现，已有可能实现。目前，已经制造出了钇钡铜氧系（ $Y-Ba-Cu-O$ ）超导材料和线材。妨碍这种材料实用的一个主要问题是这种超导材料的超导转变

温度在 -170°C 左右, 必须使其超导转变温度接近室温才能得到实际的应用。

超导材料除了具有零电阻的特性外, 还有一个特性就是完全抗磁性。在超导状态的物体上面放一块磁体, 两者由于相互排斥, 而使磁体离开超导体表面悬浮在空中。这种性质导致了超导材料的另外一个应用, 即制造时速可达 500 千米/时的磁悬浮超高速列车。磁悬浮列车由于没有了车体与铁轨之间的摩擦, 阻力大大减小, 时速大为提高, 可以说是火车制造业的一场革命。从 20 世纪 80 年代起, 好几个国家都在做这方面的尝试。

稀土元素的另一个前景很好的用途是用来探测生物物质。因为除了镧和铈以外, 稀土元素用紫外光照射时, 会发出五颜六色的可见光。例如, 钐发出的光是橙红色的, 铕发出的光是红色的, 铽发出的光是绿色的, 等等。一些稀土元素能和一些生物活性物质, 如蛋白质、酶、抗体、维生素、病毒、细菌等结合生成很稳定的化合物, 用紫外光照射时, 这些化合物就会发出光来。发光的强度与化合物含量有关, 我们可通过测量光的强度来间接地得到生物物质的含量。由于不同的稀土元素发出的光的颜色不同, 我们可用不同的稀土离子与不同的生物物质结合, 这样可以一次测量同一样品中不同活性物质的浓度, 大大提高工作效率。这种方法方便快捷, 而且不污染环境, 很受科学家们的欢迎, 人们给这种方法起了个名字叫荧光免疫分析。稀土元素在其中起到的作用就如同一根探针, 所以就叫它们是稀土探针。稀土元素除了用作荧光探针以外, 还可用作核磁共振探针、顺磁共振探针、可见吸收光谱探针等。

上面所举的事例只是稀土元素应用的极少数几个例子, 在这里许多稀土元素的应用还没有谈及。但是, 窥一斑而知全豹, 通读此篇, 大家会对稀土元素有些了解, 并产生兴趣。其实, 稀

土元素就像一个神秘的宝藏，还有许许多多的特性和潜在应用没有开发，这方面的研究大有可为。我国在有关稀土元素应用方面的研究比较落后，许多稀土的原材料以便宜的价格卖给国外，而他们在制成产品后，又以高价卖给我们。因此，我们希望新一代有志青年，能积极地投身到稀土应用研究的工作中来，使我国真正成为一个稀土强国。

(洪广言 史发年)

稀土微肥显神效

“庄稼一枝花,全靠肥当家。”这是勤劳的中国农民对肥料的朴素认识。在“坐地日行八万里”的今天,肥料家族也是旧貌换新颜,今非昔比。在这个家族中,既有农家肥,也有大家熟悉的近代化肥,还有鲜为人知的稀土微肥。它们组成不一,功能各异,神通广大,斗艳争奇。下面我们就来认识一下肥料家族中的新成员——稀土微肥。

稀土对植物影响的研究由来以久。早在 1917 年,中国学者钱崇澍和美国人奥斯汀豪特(Ostenhout)就报道了铈对水绵的生理作用。20 世纪 30 年代,有人报道了从磷灰石中提取水溶态稀土化合物施于豌豆,使豌豆增产 45.6%;用三氯化铈(CeCl_3)使甜菜块根增重 24%,小麦发芽率提高 17%。遗憾的是这些早期研究缺乏系统性,更未形成实用技术。从 20 世纪 70 年代起,我国科学工作者围绕稀土农用技术进行了系统研究,到 80 年代中期取得重大突破,最终使稀土微肥问世。稀土微肥,顾名思义,微者量少,肥即肥料,合而释之,微量肥料。稀土微肥的主要成分是硝酸稀土,其中镧、铈含量各占 28% 和 51%。

稀土微肥对各种农作物的贡献主要表现为优质增产,对作物的增产概率大于 90%,对粮食作物的增产幅度为 8%~25%,经济作物的增长幅度为 15%~38%。目前,我国已在粮食、水果、蔬菜、花卉、林木及其他经济作物等 70 余个品种上应用成

功,年施用稀土微肥面积在 300 万公顷以上,增产粮油 10 亿千克,年增农业效益 10 亿元人民币。

稀土农用是中国首创,并居世界领先地位。它对稳定我国耕地面积,提高单产,促进农业丰收,缓解人口增长与土地资源紧张的矛盾起到良好的作用,因此引起国际上的关注。现在,一些国家,如澳大利亚、日本、毛里求斯等都相继进行这方面的试验,认定稀土微肥对农作物的确有良好的优质增产作用。

稀土微肥使农作物优质高产的原因表现在几个方面。首先是使发芽率提高和幼苗生长旺盛。如用稀土微肥浸种,其发芽率提高 8%~45%,不同的作物,发芽率提高的情况有所不同,幼苗重量也增加 10%~25%。其次,大量的研究表明,稀土微肥能增加植物中的叶绿素含量、提高光合作用的速率和促进叶片中有机物向果实中转运。叶绿素含量的增加,提高了光能转换效率,满足有机物合成对能量的需求。而光合速率提高,增加了有机物积累。叶片中有机物快速向果实中的转运,使作物的果实重量增加,为作物优质高产奠定了物质基础。第三,稀土微肥具有促进作物对矿物质元素的吸收、转化和利用的功能,进而影响作物的矿物质营养。如水稻施用稀土微肥后,氮、磷、钾的吸收分别比对照植株提高 16.4%、12% 和 8.5%。因此,稀土微肥的使用不但减少了化肥的使用量,而且也减轻了化肥对环境造成的污染。第四,稀土微肥能提高作物内三大保护酶(超氧化物歧化酶、过氧化氢酶和过氧化物酶)的活性,因此能提高作物抗灾害(如高温、寒潮、干旱、水涝等)的能力。最后,研究发现,施加稀土微肥还能大大降低作物吸收对人体有害的重金属元素的量。如用稀土微肥处理生长在重金属严重污染区农田中的水稻,结果水稻籽粒中的汞、铬、镉、铅含量分别比对照植株下降 89%~99%、57%~64%、59%~78%、25%~50%。用镧处理铅、